



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Biokull: langvarig karbonlagring

Adam O'Toole, Avdeling biogeokjemi og jordkvalitet

Divisjon Mijlø-og Naturressurser

Mære Webinar «Jordkarbonets hemmeligheter – hvor står vi? 03.06.2020



VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

Hva er biokull?

“Biokull er en heterogen materiale som har >50% karboninnhold som er biologisk/kjemisk stabilt. Den er produsert ved ren brennende pyrolyseteknologi fra bærekraftig biomasse og kan brukes til en rekke anvendelser innenfor miljøteknikk og landbruk “

[oversatt fra engelsk] s.6

European Biochar Certificate, 2017



Biokull – en naturlig andel i jordsmonnet

Boreal skog



1-5%

Temperert
landbruksjord



5-45%

Terra preta - Brazil



<35%



13% av moldinnhold globalt
(55 studier, Reisser et al. 2016)

....av mold innhold i forskjellige økosystemer stemmer fra biokull

Kilder: 1. C. Czimczik and C. Masiello, 2007. Controls on black carbon storage in soils. *Global biogeochemical cycles*, Vol. 21, GB3005

2. Mao, et al. 2012. Abundant and Stable Char Residues in Soils: Implications for Soil Fertility and Carbon Sequestration. *Environmental Science and Technology* 46: 9571–76.

Ohlson et al. 2009. "The Charcoal Carbon Pool in Boreal Forest Soils." *Nature* 2 (September). Nature Publishing Group: 1–4.

Reisser, M., Purves, R. S., Schmidt, M. W. I. & Abiven, S. (2016) Pyrogenic carbon in soils: a literature-based inventory and a global estimation of its content in soil organic carbon and stocks. *Front. Earth Sci.* 4.

Skogen



Halmbrenning i landbruk



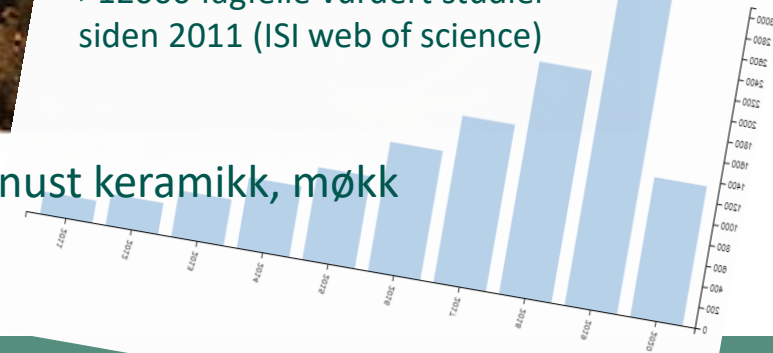
Foto: Våler og Åsnes
landbrukskontoret

Hva er hemmeligheten til fruktbarheten i Terra Preta jord?



Jord, Biokull, aske, kompost, matavfall, bein, knust keramikk, møkk
+ jordbiologi + tid

>12000 fagfelle vurdert studier siden 2011 (ISI web of science)





halm



treflis



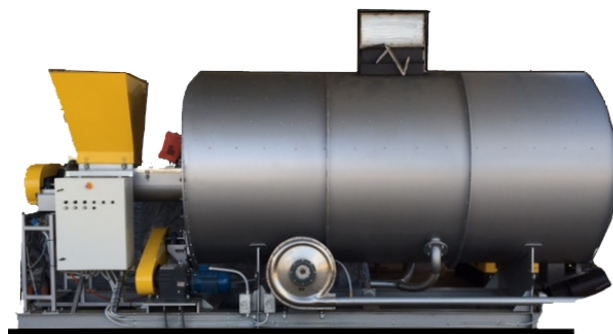
Høns- og hestemøkk



Kjøttbein mel



Pyrolyse ($>400^{\circ}\text{C}$)



Bioenergi



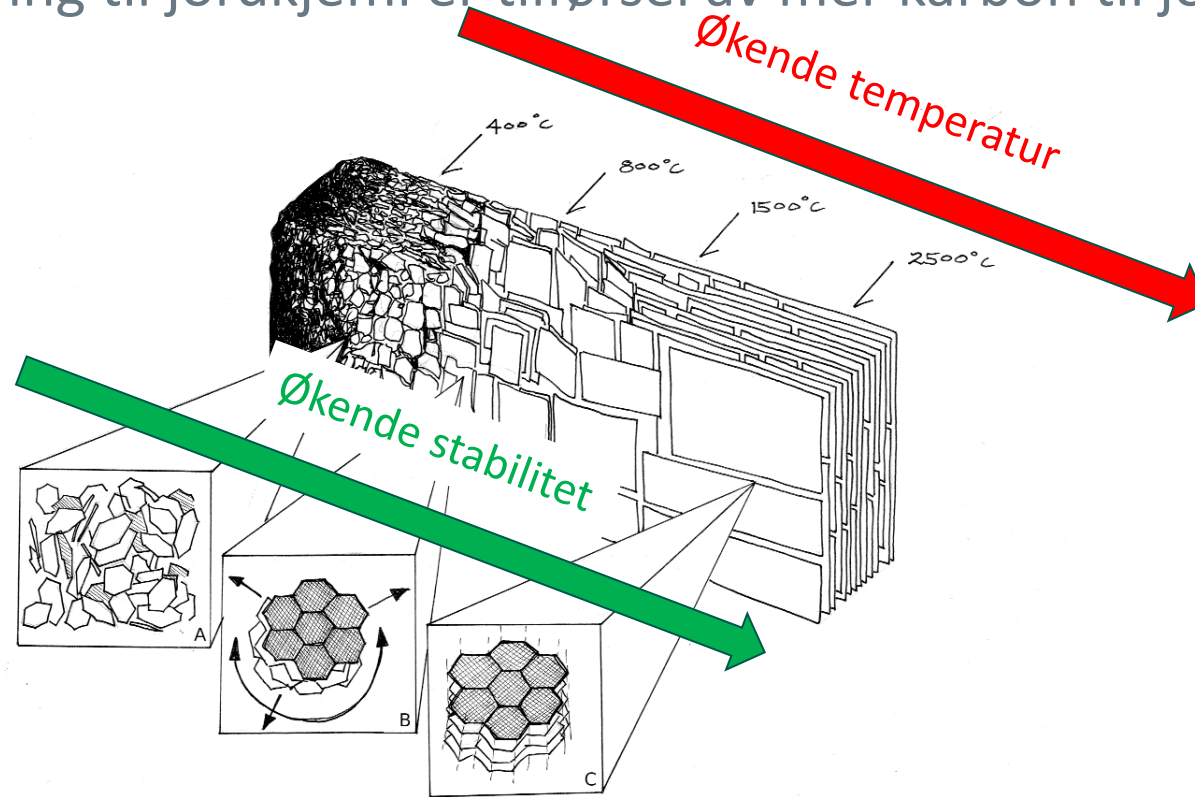
Biokull (ca. 20-30%)



Jordkjemiske endringer?

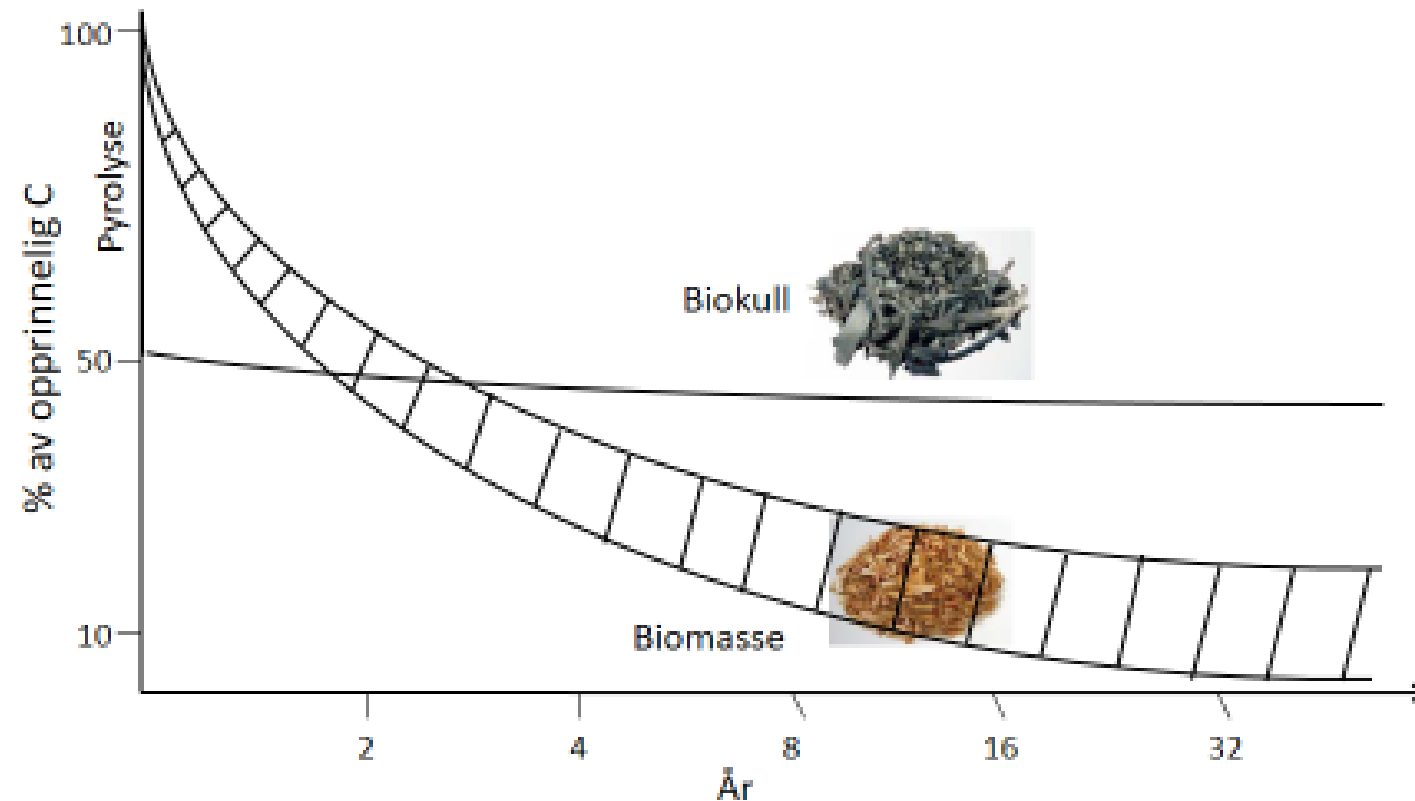
- Biokull største endring til jordkjemie er tilførsel av mer karbon til jorda

Organisk struktur
forandrer seg med
pyrolyse



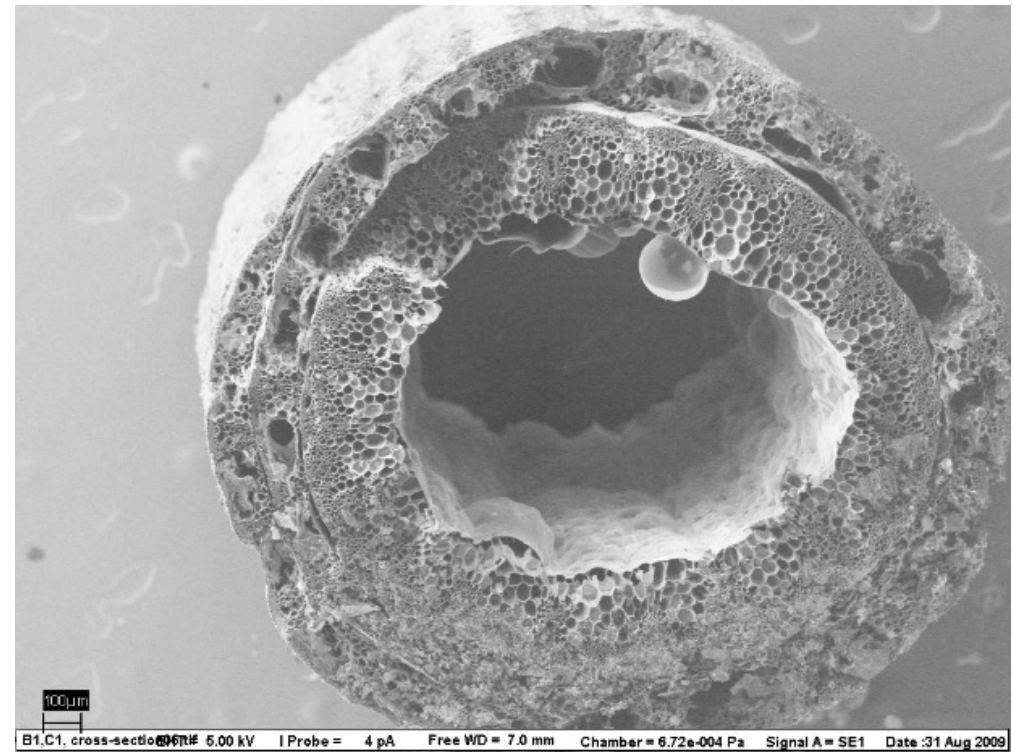
Downie et al, 2008

- 1) Forkullet biomasse er 60 ganger mer stabilt i jord enn planterester (Budai, Rasse et al., 2016).
- 2) Gjns. oppholdstid >100 år på felt in Norge (Rasse et al., 2017)



Andre egenskaper

- Høy pH
- Stor overflate
- Porøs / holde vann / næringsstoffer
- Lett og kan siktes lett i ulike kornstørrelse for ulike formål (fra stor lump trekull til fin pulver)



Røtter vokser ofte inn i biokull makroporer på lett etter vann og næring



Biokull forskning i NIBIO...

Biokull + biorest = forbedret organisk gjødsel



Mer balansert NO_3 og NH_4
Innhold i biokull + biorest
blanding



Bilder: Adam O'Toole



KARBONVEKST

Biokull i gjødselprodukter



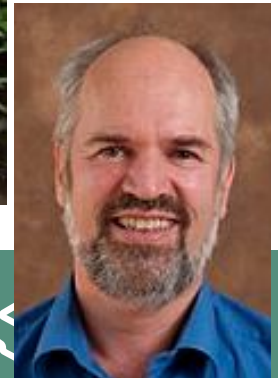
Til landbruk



Til skogbruk



Bilder: Adam O'Toole
Seek Fertilizers (CN)
Morten Günther



Biokull tilsetning til dyrefor



↑ Dyrehelse?



↓ Redusert CH₄?

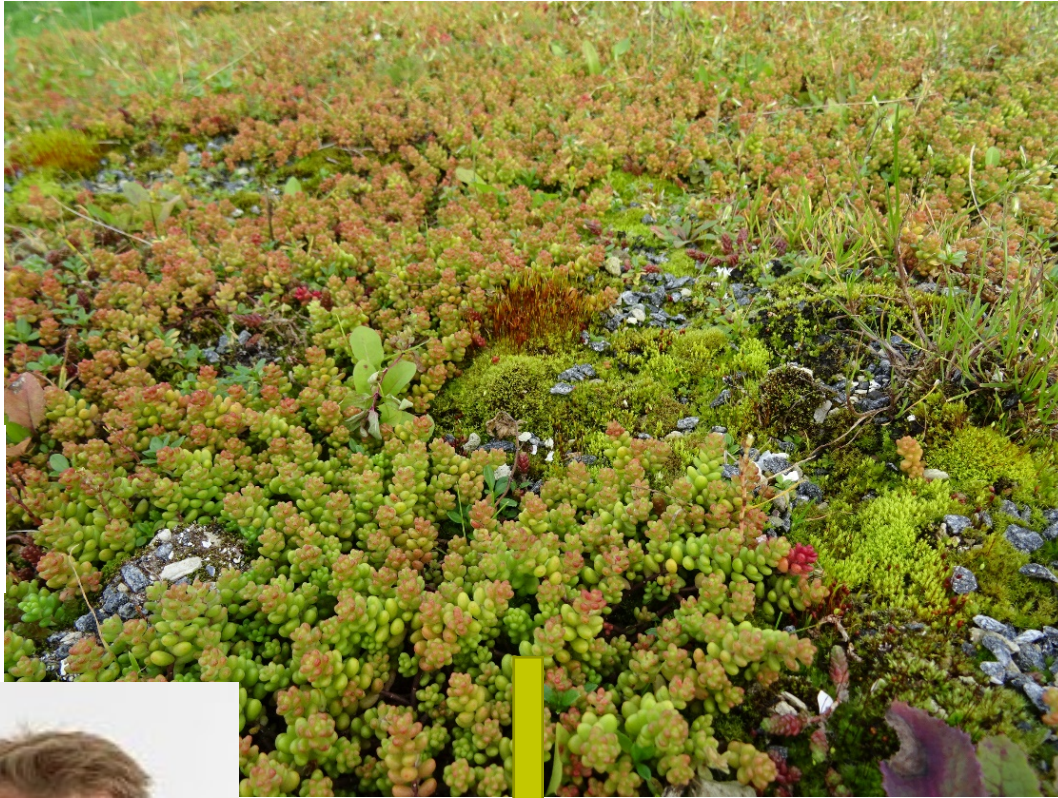


Gratis karbonlagring via møkk + jordfauna



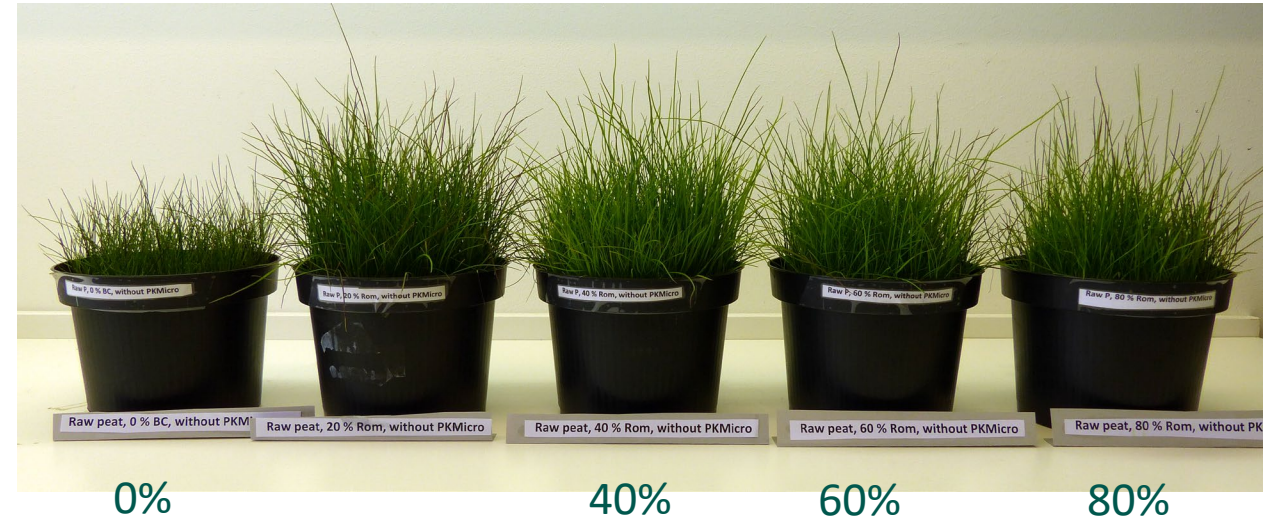
Ref: Stephen Joseph, Doug Pow,
Kathy Dawson m.flere 2015

Biokull som vekstmedia i grønttak og torvredusert hagejord



~5-10% Vol 

Bilder: Hans Martin Hanslin og Pierre-Adrien Rivier

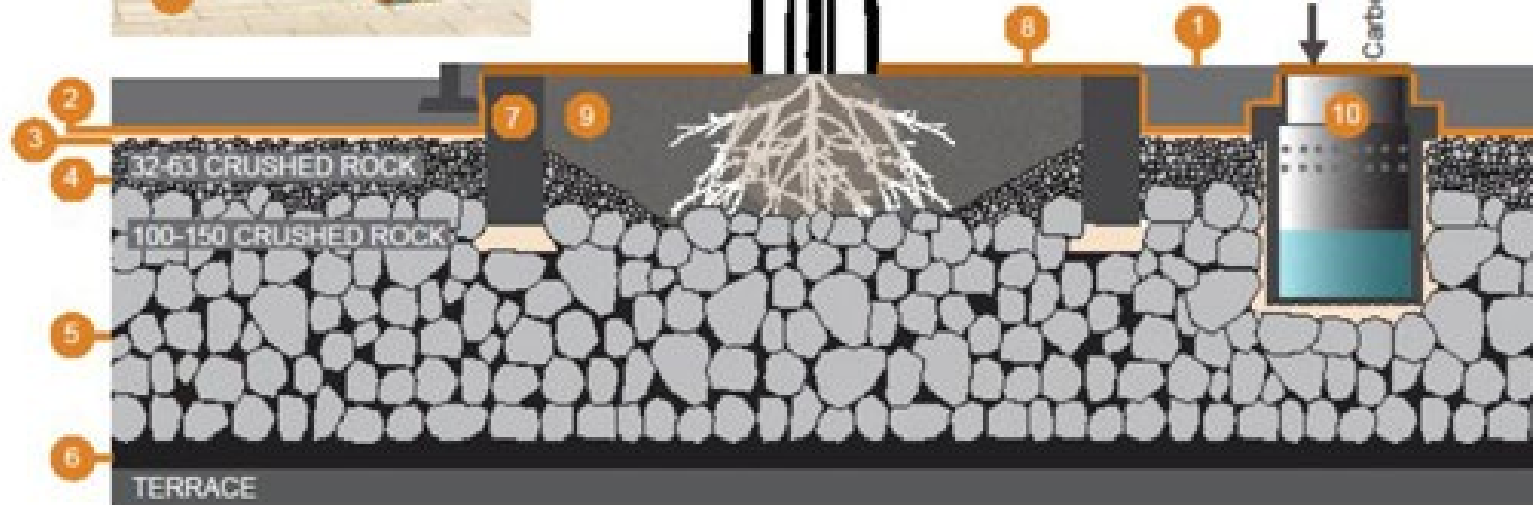
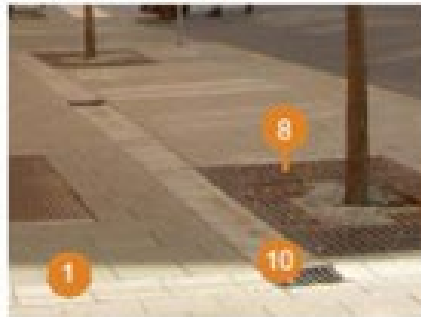


20% 



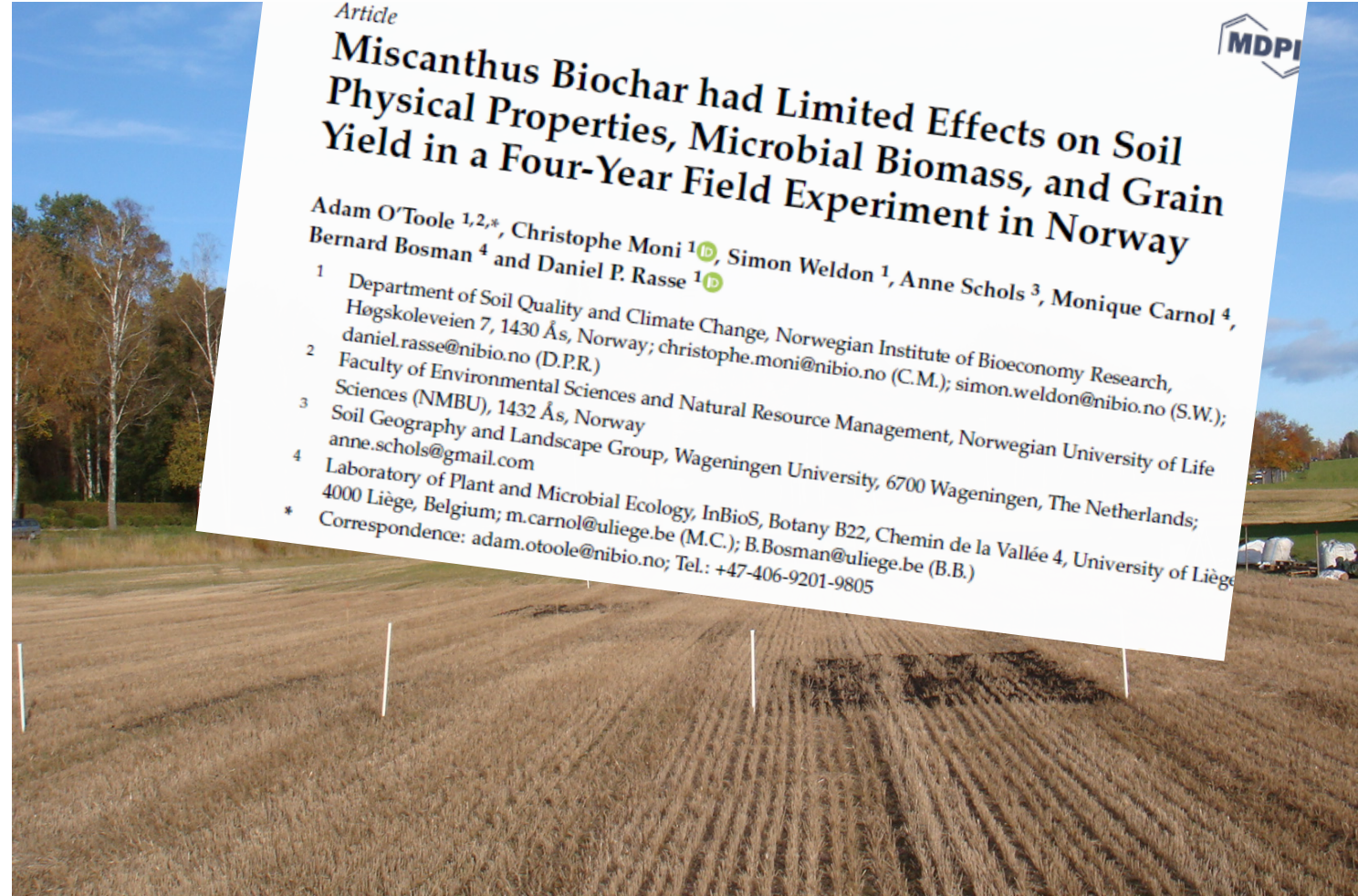
Structural soil with blochar

A method for building with stability and to create good growing conditions for trees in paved areas with the use of stormwater and the added value of decreasing the risk of roots damaging paving or underground pipes



1. Paved surface with dished stormwater gutters
2. Geotextile
3. Leveling layer (crushed rock 8-16 mm) – also used for concrete bunker and water/air inlet.
4. Aerated bearing layer (crushed rock 32-63 mm)
5. Structural soil (crushed rock 100-150 mm) with fertilized blochar holed into the structural volume
6. Pure blochar on terrace
7. Concrete bunker
8. Surface grid
9. Crushed rock with fertilized blochar
10. Inlet for air and water supply

Hva om avlingseffekt?



Kilde: O'Toole et al. 2018 *Miscanthus* biochar had limited effects on soil physical properties, microbial biomass, and grain yield in a 4-year field experiment in Norway

Biokull feltforsøk i Norge

The Interreg IVB
North Sea Region
Programme
Investing in the future by working together
for a sustainable and competitive region



Norsk
Landbruksrådgiving



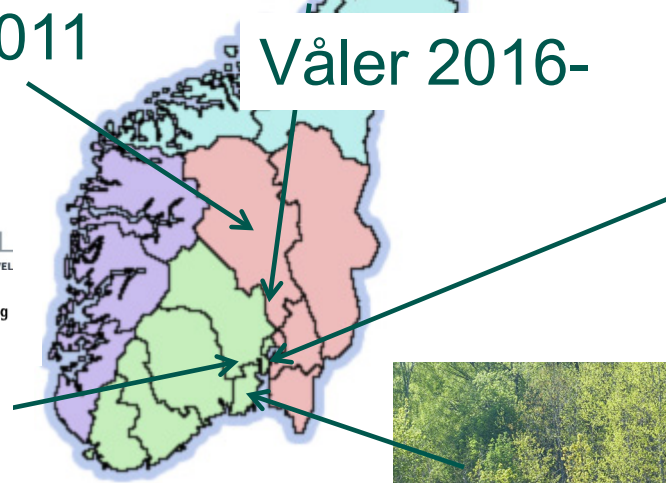
Ås 2010-2014



Forskningsrådet

Sel 2011

Våler 2016-



Notodden
2010



NORGESVEL
DET KONGELIGE SELSKAP FOR NORGES VEL
Statens landbruksforvaltning
Norwegian Agricultural Authority



Åsgardstrand, Vestfold
2018-19

Så etter mange år med forskning hvor langt har vi kommet ved å komme nærmere jordkvalitet som nærmer det som er i terra preta? Hva er anbefalt praksis i dag?



Credit: Jim Richardson/National Geographic Creative

Svaret ligger i at vi må se på kombinasjoner av biokull med andre materialer og interaksjoner med jordbiologi/temperatur/tid

- Leire
- Kompost
- Husdyrgjødsel/biorest
- Fiskeslam
- Aske
- mikroorganismer
- Makrofauna



Hvor CO₂ reduksjoner er det knyttet til bruk av biokull?

	CO ₂ -ekv t ⁻¹ råstoff	CO ₂ -ekv t ⁻¹ biokull produsert	Land	Referanser
	-	2,7	Chile	Muñoz mfl., 2017
	1	3	UK	Hammond mfl., 2011
	1,1	3,3		McCarl mfl., 2009
	0,8	2,4	USA	Roberts mfl., 2010
GJ. snitt	1	3		(Livsløpsanalyse studier)

Potensial for biokull produksjon i Norge utfra tilgjengelig råstoff

Råstoff	M fm ³	Mt (0.4 x fm ³)	Biomasse tilgjengelig for biokull produksjon (Mt) (forutsettes maks 50% utnyttelse av råstoff)	Potensial Biokull produksjon (Mt) (ca. 30% utbytte fra biomasse)
GROT¹	3,7	1,48	0,74	0,22
Bark¹	0,47	0,19	0,095	0,03
Sagflis¹	0,4	0,16	0,08	0,02
Hestemøkk med kutteflis^β		0,5	0,25	0,08
Halm*		0,93	0,4	0,12
¹Sum fra skogråstoff			1,17 Mt biomasse	0,35 Mt biokull
Totalt			1,57 Mt biomasse	0,47 Mt biokull

*Tilgjengelighet av halm (som tar hensyn til alternativ (2014))

^βHestemøkk mengde basert forutt 35kg/døgn avføring (35% TS) x 125 000 hester i Norge (Vik og Farstad, 2012; Hofstad, 2018)

Ca. 1 M t CO₂ per år
 Eller 2 ganger landbrukets årlige klimakuttmål

Reduksjonspotensial i millioner tonn



	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Utslippsreduksjon (mill. tonn CO ₂ -ekv.)	-	0,015	0,030	0,045	0,060	0,075	0,090	0,105	0,120	0,135	0,150
Utslippsreduksjon 2021-2030	0,83 millioner onn CO ₂ -ekvivalenter										
Kostnadskategori	< 500 kr/tonn CO ₂ -ekv										

Hva vet vi?

- Karbonlagrings effekt oppnås med reaktor temp >400 d C
- Lavere reaktor temp biokull vil ha større reaktivitet / CEC
- Høyere reaktor temp biokull vil ha enda mer bestandig karbon
- Man trenger ganske store mengde for å oppnå jordfyskiske endringer >2 t/daa

Hva trenger vi mer kunnskap om?

- Flere Livsløpsanalyse av biokull-energisystemer i ulike scenarioer
- Anvendt forskning i bruk av biokull i nye produkter – f.eks. dyrefôr, gjødselprodukter med biokull
- Optimalisering av pyrolyseprosessen og for-/etterbehandling for å produsere biokull på en slik måte at man kan forutsi sluttegenskaper og virkning for ulike anvendelser.
- Testing av karbonstabilitet av biokull basert på ulike råstoffvalg (avløpsslam, fiskeslam, treverk, halm)
- Videreføring av arbeid for kvantifisering av biokull i jord, og langtidsforsøk for måling av karbonstabilitet
- Trenger mer kunnskap om effekt av biokull fôr på dyrehelse
- Samspill med jordbiologi og andre jordkarbon tiltak f.eks. fangvekster



Takk for oppmerksomheten !

Forskning fra «Carbo-fertil» prosjekt finansiert av NFR Bionær Lavutslipp 2030, og KarbonVekst prosjekt, finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri

Flere spørsmål om biokull? Ta kontakt med Adam O'Toole via epost adam.otoole@nibio.no eller telefon: 9201 9805.

Mer info på www.nibio.no/carbo-fertil



The Research Council
of Norway



Forskningsmidlene
for jordbruk og matindustri

